

Aus dem Institut für Tierzucht und Tierernährung
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Zur Wirkung von Muschelschalen und
Calciumcarbonat unterschiedlicher Korngröße
auf die Eischalenstabilität**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Rolf Saro
Tierarzt
aus Berlin

Berlin 1973
Journal Nr. 825

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Zur Wirkung von Muschelschalen und Calciumcarbonat unterschiedlicher Korngröße auf die Eischalenstabilität

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Rolf Saro

Tierarzt

aus Berlin

Berlin 1973

Journal Nr. 825

Gedruckt mit Genehmigung des
Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin



Vorsitzender: Prof. Dr. H.J. Sinell

Referent: Prof. Dr. K. Lörcher

Korreferent: Prof. Dr. H.G. Hilliger

Tag der Promotion: 11. Juli 1973

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
A. Einleitung	5
B. Literaturübersicht	6
I. Einfluß verschiedener Faktoren auf die Eischalenstabilität	7
II. Der schalenstabilisierende Effekt von Calciumcarbonat verschiedener Herkunft	13
C. Eigene Untersuchungen	21
I. Arbeitsplan	21
II. Material und Methoden	23
1) Tiermaterial, Tierzahl, Haltung	23
2) Fütterung	26
3) Untersuchte Leistungs- und Schalen- stabilitätsmerkmale sowie dabei an- gewandte Methoden	31
4) Methoden der statistischen Auswertung der Versuchsergebnisse	32
III. Versuchsergebnisse	33
1) Futterverzehr	33
2) Legeleistung	36
3) Schalengewicht	40
4) Bruchfestigkeit	42
D. Diskussion	45
E. Zusammenfassung	50
F. Literaturverzeichnis	53

A. Einleitung

Die Schalenstabilität ist für die Eiererzeugung in den letzten Jahren zu einem der wichtigsten Rentabilitätsfaktoren geworden.

Nach vorsichtigen Schätzungen ist der Knick- und Bruch-eieranteil innerhalb von zehn Jahren von 3 % auf etwas mehr als 6 % im Jahr gestiegen. Ein Drittel aller Eierproduzenten beklagt Durchschnittsverluste von mehr als 10 % infolge mechanischer Beschädigung der Schale beim Ablegen und Verpacken der Eier.

Seit Jahren versuchen daher verschiedene Forschungsrichtungen im Rahmen der Genetik, des Stallbaues und der Tierernährung, eine Verminderung dieser Verluste zu erreichen.

Die Fragen über die Höhe der notwendigen Mineralstoffanteile im Legehennenalleinfutter können heute als gelöst betrachtet werden. Durch die Arbeit von SCOTT, HULL und MULLENHOFF (1971), die beim Ersatz von zwei Dritteln des Calciumcarbonates durch Muschelschalen im Legehennenalleinfutter eine Verbesserung der Eischalenstabilität feststellten, ist die Frage jedoch erneut aufgeworfen worden, in welcher Form und in welcher Korngröße das im Legehennenalleinfutter als optimal angesehene Calcium eingebracht werden soll.

Ziel dieser Arbeit ist es daher, die in der Literatur beschriebenen gegensätzlichen Meinungen aufzuzeigen und auf Grund eigener Versuche einen experimentellen Beitrag zur Frage des Einflusses verschiedener Formen der Calciumgabe im Legehennenalleinfutter zu liefern.

B. Literaturübersicht

Über die Verfütterung von Muschelschalen an Legehennen und ihre Wirkung auf die Schalenstabilität liegen zahlreiche Arbeiten vor, die aber dennoch auf Grund ihrer Ergebnisse bisher keine eindeutigen Aussagen erlauben.

Der Besprechung dieser, die Muschelschalenfütterung direkt betreffenden Arbeiten soll außerdem ein kurzer Überblick über die, die Schalenstabilität beeinflussen- den Fütterungsfaktoren vorausgeschickt werden, damit die vorliegende Fragestellung nicht isoliert, sondern als Teil eines größeren Fragenkomplexes gesehen wird, und eventuelle Zusammenhänge deutlicher zum Ausdruck kommen.

I. Einfluß verschiedener Faktoren auf die Eischalenstabilität

Eine optimale Schalenstabilität ist nicht über die Fütterung allein zu erreichen, sondern es wirken hierbei noch andere wichtige Faktoren mit, von denen einige, ihrer besonderen Bedeutung wegen, an dieser Stelle Erwähnung finden sollen.

Unbestritten ist heute der genetische Einfluß auf die Eigenschaftsmerkmale der Eischale. Dies wird in den Untersuchungen von BAKER und CURTISS (1958) deutlich, die bei gleicher Haltung und Fütterung der Legehennen klare Unterschiede in den Qualitätsmerkmalen der Eischale zwischen zwanzig verschiedenen Stämmen nachweisen konnten.

Hennen mit guter Veranlagung nutzten höhere Calciummengen besser zur weiteren Steigerung der Schalendicke aus als Hennen mit schlechter Erbanlage.

Untersuchungen von RAUCH (1960) ergaben, daß auch hinsichtlich der Schalendicke und der Bruchfestigkeit der Schale statistisch gesicherte Beziehungen zwischen Müttern und Töchtern existieren und daß eine Qualitätsverbesserung auf züchterischem Wege möglich ist, wobei allerdings die Bruchfestigkeit selbst mit einer Heritabilität von 0,2 züchterisch nur gering beeinflusbar ist.

Zu gleichen Ergebnissen kamen auch FARNSWORTH und NORDSKOG (1955).

Von BENNION und WARREN (1933) sind Versuche bekannt, die zeigen, daß bei hoher Umgebungstemperatur Eier mit dünneren Schalen gelegt werden. Dies bestätigten auch HUSTON und CARMON (1961), die Versuche an Legehennen in einem Klimastall bei 32,2° C durchführten und bei Vergleichen mit Kontrolltieren eine hochsignifikante Verringerung der

Schalenqualität beobachteten, die sich auf das spezifische Gewicht bezog.

BEARSE (1961) erklärte die geringere Schalenfestigkeit als Folge des bei hoher Umgebungstemperatur herabgesetzten Blutcalciumgehaltes durch verringerten Futterverzehr und der damit verbundenen geringeren Calciumaufnahme. BEARSE (1961) und PETERSEN (1960) empfahlen daher eine Steigerung des Calciumanteils im Futter.

Versuche von PETERSEN (1960) und Mitarbeitern in dieser Richtung ergaben auch, daß durch eine Erhöhung der Futtercalciummenge von 2,25 % auf 3,75 %, 4,50 % und 5,25 % das Dünnerwerden der Eischalen verhindert werden konnte. Diese Ergebnisse ließen sich allerdings durch die Arbeiten von MUELLER (1959) nicht bestätigen.

Eine andere Erklärung für die mangelhafte Schalenstabilität liegt in der bei heißem Wetter herabgesetzten Schilddrüsenaktivität, da das Schilddrüsenhormon Thyroxin den Calciumstoffwechsel maßgeblich beeinflusst.

Aus dieser Annahme heraus entstanden die Versuche von THORNTON und MORENG (1958, 1959), die durch zusätzliche Vitamin C-Gaben die Schilddrüsenaktivität anregen wollten, wobei sie unterstellten, daß die normalerweise beim Huhn stattfindende Eigensynthese der Ascorbinsäure bei Einwirkung höherer Umwelttemperaturen den Bedarf nicht ausreichend decken kann. In diesen Versuchen wurden durch Vitamin C-Zugaben von 22 mg und 44 mg pro kg Futter in den Sommermonaten festere Eischalen erreicht.

Zu den gleichen Resultaten bei Zugabe von 44 mg Vitamin C pro kg Futter kamen LYLE und MORENG (1968). Sie stellten ebenfalls fest, daß die Eischalendicke mit steigender Umgebungstemperatur geringer wird, und daß dieser Abfall am größten bei den Tieren war, die kein Vitamin C erhielten.

In weiteren Versuchen gab THORNTON (1960) Vitamin C zu Futtermischungen mit unterschiedlichen Calciumgehalten, wobei die günstige Wirkung der Ascorbinsäurezusätze bei heißem Wetter bei denjenigen Versuchsgruppen sichtbar wurde, die einen Anteil von 2,5 % und 3,0 % Ca im Versuchsfutter hatten.

Die Futtermischung mit 2,0 % Calcium dagegen zeigte bei Ascorbinsäurezusatz sogar eine Verschlechterung der Schalenfestigkeit.

Eine ähnliche negative Wirkung des Ascorbinsäurezusatzes beobachtete THORNTON (1960) bei Fütterungsversuchen mit verschiedenen Rohproteingehalten. Bei einem Anteil von 13 % Rohprotein im Versuchsfutter hatte der Vitamin C-Zusatz eine günstige Wirkung auf die Schalenfestigkeit bei heißem Wetter. Bei einem Anteil von 17 % Rohprotein dagegen verringerte die Ascorbinsäure deutlich die Schalenqualität.

HARMS und WALDROUP (1961) konnten bei Zusätzen von 22 mg Vitamin C pro kg Futter sowie PEPPER (1968) und Mitarbeiter bei 33 mg Vitamin C pro kg Futter keinerlei Wirkung auf die Schalenfestigkeit feststellen.

Das gleiche berichteten HEYWANG, REID und KEMMERER (1964) sowie HERRICK und NOCKELS (1969) für sehr hohe Vitamin C-Gaben von 2600 mg/kg Futter.

Von Bedeutung für die Schalendicke und damit ihre Festigkeit ist auch das Fehlen von Vitamin D_3 , da es in den Ca-P-Stoffwechsel regulierend eingreift.

RAUCH (1964) zeigte, daß ein Vitamin D_3 -Mangel eine erhebliche Verschlechterung der Dicke, der Bruchfestigkeit und des spezifischen Gewichtes hervorruft.

Ein Überangebot von Vitamin D_3 bringt jedoch keine Vorteile, weder für den Schalencalciumgehalt noch für die Calciumretention, wie GARLICH und WYATT (1971) in ihren Versuchen

mit Zusätzen von 38400 I.E. bzw. 39000 I.E. Vitamin D₃ pro kg Futter beschrieben.

Die hierbei auftretende Frage, ob das Phosphorangebot, also das Verhältnis Ca : P im Futter für die Ausnutzung des Calciums und damit für die Schalenfestigkeit eine Rolle spiele, muß auch auf Grund der Versuchsergebnisse von HARMS (1961) sowie HUNT und CHANCEY (1970) verneint werden.

Auch erhöhte Vitamin A-Gaben von 8000, 32000 und 64000 I.E. je kg Futter üben keinen Einfluß auf die Bruchfestigkeit aus, wie MEHNER, TORGES und VOGT (1965) berichteten.

Das gleiche gilt für Versuche mit anderen Zusätzen, wie z.B. Zink, die ebenfalls meist negative Versuchsergebnisse erbrachten.

Eine weitere Steigerung der Schalenstabilität durch bessere Calciumausnutzung versprochen sich einige Forscher durch antibiotische Futterzusätze, deren Erfolge allerdings nicht ermutigend waren.

Die Arbeiten von HEYWANG und KEMMERER (1955) sowie von PETERSEN (1958) mit Penicillin ließen keinen Einfluß der Zusätze auf die Schalenstärke erkennen. GABUTEN und SCHAFFNER (1954) dagegen berichteten über positive Einflüsse in den Sommermonaten.

CHIN und BRANT (1953) sowie HEYWANG und VAVICH (1959) prüften, ob Wirkungen des Aureomycins auf die Schalenfestigkeit vorliegen. Ein Einfluß des Aureomycins muß aber auf Grund ihrer Versuchsergebnisse verneint werden.

Zu gleichen Resultaten kam auch SCHOLTYSEK (1963) mit Aurofac 2 A. Er stellte fest, daß die Bruchfestigkeit der Schalen bei den Nicht-Supplementtieren signifikant höher lag.

WEGNER (1970) experimentierte an insgesamt 2140 Hybriden

mit unterschiedlichen Antibiotikadosierungen und berichtete, daß bei allen Merkmalen und unter allen Versuchsbedingungen ein Effekt der Antibiotikazusätze ausblieb.

HARE (1957) dagegen berichtete über zwei Versuche, bei denen sich ein günstiger Einfluß auf die Schalenfestigkeit von 50 mg/kg und besonders 100 mg Terramycin/kg Futter, bei allerdings sehr niedrigen Calciumgehalten des Versuchsfutters von 1,25 % und 1,4 % nachweisen ließ.

Neben den genetischen Einflüssen und den Umweltfaktoren spielt der physiologische Zustand der Legehennen bei der Schalenbildung eine bedeutende Rolle. Mit fortschreiten der Legeperiode geht ein Absinken der Zahl der gelegten Eier sowie der Eischalenqualität einher. Dieses Absinken ist, wie Versuche von HUSTON und CARMON (1961) zeigten, nicht auf jahreszeitliche Einflüsse zurückzuführen, sondern durch den natürlichen Alterungsprozeß der Versuchstiere bedingt.

Die Legeintensität ist ebenfalls ein physiologischer Faktor, der sich dann negativ auf die Schalenstabilität auswirkt, wenn mehr Calcium zur Schalenbildung benötigt wird, als aus dem Futter bzw. den körpereigenen Reserven zur Verfügung steht.

PETERSEN (1961) stellte fest, daß bei einer Legeleistung unter 50 % ein Calciumgehalt des Futters von 2,25 % ausreichend war. Höhere Legeleistungen erforderten aber einen Anteil von 3,75 % Ca, um eine deutliche Verbesserung der Schalenqualität zu bewirken.

Des weiteren wirkt sich noch der Einfluß von Krankheiten nachteilig auf die Schalenbildung aus, da sie auch im allgemeinen mit einem Rückgang des Futterverzehrs einhergehen.

So wurden von HARMS (1961) dünnere Schalen bei der Newcastle disease und von BEARSE (1961) solche bei infektiöser Bron-

chitis und Kokzidiose gefunden.

Versuche von STILES und DAWSON (1961) bewiesen, daß selbst Unruhe im Stall zu geringerer Schalenfestigkeit führen kann. Dies zeigte sich an Legehennen, die dreimal täglich im Stallraum herumgejagt wurden und als Reaktion auf diesen Stress Eier mit deutlich dünnerer Schale legten.

II. Der schalenstabilisierende Effekt von Calcium- carbonat verschiedener Herkunft

Eine wichtige Voraussetzung für eine hinreichend feste Eischale ist ein ausreichendes Calciumangebot im Futter, wobei nicht allein der Menge des Futtercalciums an sich ausschlaggebende Bedeutung zukommt, sondern vielmehr der Retentionsquote dieses Elementes im tierischen Organismus. Sie bestimmt die Höhe des Calciumgehaltes im Blutserum und nimmt dadurch Einfluß auf die Schalenstabilität.

Ein geringeres Calciumangebot kann wenigstens zum Teil durch eine bessere Retention des aufgenommenen Calciums ausgeglichen werden.

Hier setzen die Arbeiten von SCOTT, HULL und MULLENHOFF (1971) an. Sie deuten ihre Versuchsbefunde dahingehend, daß fein gemahlene Calciumträger den Verdauungstrakt zu schnell verlassen, so daß den Tieren vor allem während der Nachtruhe kein Calcium zur Resorption zur Verfügung steht. Es müssen daher die Calciumdepots in Anspruch genommen werden, und bei hoher Legeleistung sind die Reserven durch die Mobilisation des Depotcalciums bald aufgebraucht.

Neben einer verminderten Bruchfestigkeit der Eischalen tritt dann auch eine erhöhte Knochenbrüchigkeit auf, die eines der Hauptsymptome der sogenannten Käfigmüdigkeit darstellt.

Durch Ersatz von 2/3 Calciumcarbonat in Pulverform durch groben Muschelschalengrit wiesen SCOTT et al. (1971) eine bessere Bruchfestigkeit gegenüber einer Gruppe mit reiner Kalksteilmehlverabreichung nach.

Sie folgerten daher, daß die groben Muschelschalenteilchen länger im Kropf und Muskelmagen verweilen und die Calciumresorption mehr kontinuierlich verläuft.

Auch QUISENBERRY und WALKER (1970) verglichen die Auswirkungen von Calciumcarbonat und von Muschelschalen auf die Schalenqualität und stellten bei Schalenmessungen einen signifikanten Unterschied fest, der auf die Calciumquelle zurückzuführen war. Die Muschelschalengabe bewirkte ein größeres Gewicht und eine größere Dicke der Schale. Außerdem stieg der Serumcalciumgehalt der Versuchshennen in signifikanter Weise an.

PEPPER, SUMMERS und McCONACHIE (1968) beobachteten, daß weiße Leghornhennen, die während sechs Stunden des 14-stündigen Lichtprogramms Zugang zu Muschelschalen hatten, auch Schalen mit einem höheren spezifischen Gewicht erzeugten. Gleichzeitig war aber die Eierproduktionsrate niedriger als bei der Kontrollgruppe mit 3 % Calcium im Futter.

STUART und HART (1938) fanden eine höhere Bruchfestigkeit bei einer Versuchsgruppe mit 2,3 % Calciumcarbonat und zusätzlichem Muschelschalenangebot gegenüber einer anderen Gruppe, die mehr Calciumcarbonat im Futter aber keine Muschelschalen bekam.

Dies zeigt, daß offensichtlich die Form des Calciumcarbonates als Muschelschalen eine bessere Verwertung bewirkte.

Die gleiche Feststellung machten auch HEUSER und NORRIS (1946), die an 30 Tieren je Gruppe die Wirkung zusätzlicher ad libitum Gaben von 1) Muschelschalen, 2) Calcitgrit und 3) eines Futters mit 3,6 % gemahlenem Kalkstein zu einer normalen Ration mit 1 % Calcium auf die Schalenfestigkeit prüften. Sie verwendeten in ihren Versuchen weiße Leghorn, während bei Stuart und Hart die Rasse nicht näher bezeichnet war. Die Legeleistung war bei beiden Versuchen mit 60 - 70 % etwa gleich, so daß die Ergebnisse auch in bezug auf die Schalenstabilität miteinander vergleichbar sind.

BERGER und KUMP (1969) gingen in ihren Versuchen von einem Grundfutter mit 3,2 % Calcium aus und fanden bei Schalenqualitätsprüfungen an 2428 Eiern, daß der Ersatz von 2 % feinem kohlensauren Futterkalk der Grundmischung durch 2 % Muschelschalen die Schalenqualität der Versuchsgruppe gegenüber der Kontrolle deutlich verbesserte. Allerdings reagierten genetisch verschiedene Tiergruppen unterschiedlich auf die einzelnen Futterzusätze bzw. Futteränderungen.

CHARLES, BROCK und LOWE (1972) benutzten zwei Stämme (A und B) 78 Wochen alter Legehennen, um die Beziehungen zwischen Futtergaben und Eischalenqualität zu prüfen und verabreichen zu diesem Zweck das Calcium in den einzelnen Versuchsgruppen wie folgt:

1. granuliertes Calciumcarbonat von etwa 0,3 cm Durchmesser,
2. fein zermahlenen Marmor,
3. $\frac{2}{3}$ Calciumcarbonat und $\frac{1}{3}$ Muschelschalen,
4. $\frac{1}{3}$ granuliertes Carbonat und $\frac{2}{3}$ Muschelschalen,
5. Marmor + $\frac{2}{3}$ Muschelschalen.

Hierbei stellten sie fest, daß die Bruchfestigkeit der Eischalen sowohl in der Futtergruppe 3 des Stammes B als auch in der Futtergruppe 5 des Stammes A signifikant gegenüber den anderen Futtergruppen verbessert war.

CHARLES, CLARK, HUSTON und SHUTZE (1972) prüften u.a. den Einfluß der Calciumquelle auf die Bruchfestigkeit, Futterverwertung und den Ca-Gehalt der Eischale und fanden dabei, daß die Bruchfestigkeit der Eischale dann signifikant ($P = 0,05$) verbessert wurde, wenn sogenannte "pullet-sized" Muschelschalen als einzige Calciumquelle zur Verfügung standen.

McKINNEY, GHOLSON und HINNERS (1972) führten einen Versuch mit 1500 weißen Leghorn-Hennen durch. Sie stellten den Cal-

ciumgehalt des Futters auf 3,7 % ein und bezogen das Calcium hierfür aus sieben Quellen. Das Futter wurde in acht Kombinationen mit und ohne ad libitum-Ergänzung verabreicht. Die größte Schalendicke wurde in diesem Versuch durch die Gruppe erreicht, die 3,7 % Calcium in Form von Muschelschalen erhielt, gefolgt von einer Gruppe mit 4,8 % Calcium, das aus gemahlenem Kalkstein stammte.

MILLER und SUNDE (1972) fütterten ihre 416 Versuchstiere mit einem Grundfutter, das zusätzlich entweder pulverisiertes Calciumcarbonat aus Kalkstein, pulverisierte Muschelschalen, gesiebte "pullet-size" Muschelschalen, die zwar durch die Maschenweite 6, aber nicht durch die Weite 8 hindurchgingen, oder gesiebte "hen-size" Muschelschalen, die durch die Maschenweite 2, aber nicht durch die Weite 4 hindurchgingen, enthielt. Der Gesamtcalciumgehalt des Grundfutters war auf 2,5 % berechnet.

Sowohl in der Bodenhaltung als auch in Käfigställen war die Eischalenstabilität bei den Tieren am größten, die das Calcium in nicht pulverisierter Form erhielten. Eine leichte Verbesserung der Schalenstabilität schien auch die Gabe von pulverisierten Muschelschalen an Stelle pulverisierten Kalksteins zu bewirken.

Aus diesen Ergebnissen schlossen Miller und Sunde, daß die Eischalenstabilität beim Ersatz pulverförmigen Kalksteins durch Muschelschalen großer Partikelgröße verbessert wurde.

TREMER, STANDISH und MORRISON (1972) prüften die Wirkung zweier Dosierungen und zweier Quellen zusätzlichen Calciums auf die Legeleistung zweier handelsüblicher Hennenstämme. Es standen ihnen 1500 23 Wochen alte Junghennen zur Verfügung.

Der Gesamtcalciumgehalt und der Ursprung des zusätzlichen Calciums waren folgende:

1. 4,0 % Calcium, gemahlener Kalkstein
2. 3,4 % Calcium, gemahlener Kalkstein
3. 3,4 % Calcium, grober Kalkstein
4. 3,4 % Calcium, feine Muschelschalen
5. 3,4 % Calcium, grobe Muschelschalen

Jede Futterration enthielt 1 % Calcium und wurde durch die entsprechenden Zusätze auf die gewünschte Höhe gebracht.

Bei diesem Versuch ergab sich für den Stamm, der weniger Eier produzierte, daß die Zugabe von groben Muschelschalen zu einer Ration mit 3,4 % Calcium für das spezifische Gewicht der Eischale Werte erbrachte, die mit denen vergleichbar waren, die von einer Ration mit 4 % Calcium erreicht wurden, wenn als Calciumquelle gemahlener Kalkstein verabreicht wurde.

Diese positiven Beobachtungen, die einen Einfluß der Muschelschalen auf die Schalenstabilität bejahen, werden aber nicht von allen Autoren bestätigt, wie folgende Untersuchungen zeigen.

MEHRING (1964) stellte zwei aufeinanderfolgende Versuchsreihen an, die jede fast über ein ganzes Jahr liefen und in einem klimatisierten Stall bei Haltung der Tiere in Einzelkäfigen stattfanden.

In der ersten Versuchsreihe standen ihm je Gruppe 32 New-Hampshire-Legehennen zur Verfügung, beim zweiten Durchgang sogar 64 je Gruppe. Er prüfte drei Methoden der Calciumzugabe und ihren Einfluß auf die Eischale.

Die Gruppe 1 erhielt das gesamte Calcium (2,45 %) im Futter, die Gruppe 2 nur 1,25 % im Futter und den Rest zusätzlich in Form von Calcitkristallen. Die Gruppe 3 hatte nur 0,20 % Calcium im Futter und alles andere Calcium in Form von Calcitkristallen als Zugabe ad libitum.

Diese drei Versuchsgruppen zeigten im wesentlichen gleiche

Ergebnisse. Nur in bezug auf die Eischalenstärke lag die Gruppe 3 vorn. Dieser Effekt war aber zweifelsohne durch den stärkeren Verzehr an Calcium hervorgerufen, da die Tiere freien Zugang zum Calciumsupplement hatten und somit kein Einfluß der Art des Futters vorlag.

ROLAND, SLOAN und HARMS (1972) stellten einen Versuch mit 146 Kimber K 137-Hennen an, die ein Alter von 66 Wochen hatten und in vier Gruppen eingeteilt wurden. Jede dieser vier Gruppen erhielt das Futtercalcium aus einer der folgenden Quellen:

1. Muschelschalen "hen-sized" für 44 Tiere je Gruppe,
2. Muschelschalen "pullet-sized" für 29 Tiere je Gruppe,
3. Kalkstein "hen-sized" für 44 Tiere je Gruppe,
4. Kalkstein "pullet-sized" für 29 Tiere je Gruppe.

Das Grundfutter enthielt 2 % Calcium und wurde drei Tage lang ohne zusätzliche Calciumgabe gefüttert, in der Absicht, die Calciumcarbonataufnahme zu steigern.

Am vierten Tag erhielten die Hennen das zusätzliche Calciumcarbonat über einen Zeitraum von 24 Stunden. Das nach diesem Zeitabschnitt verbliebene CaCO_3 wurde entfernt und gewogen.

Nach Ablauf der 24-stündigen Calciumsupplementaufnahme und zum gleichen Zeitpunkt der drei folgenden Tage wurden aus jeder Gruppe jeweils vier Hennen getötet und das im Muskelmagen verbliebene CaCO_3 bestimmt.

Hierbei ergab sich aus den Versuchsergebnissen klar, daß während der Nacht nur sehr wenig Calcium aus dem Magen abgegeben wird.

Diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zu der von Scott, Hull und Mullenhoff aufgestellten Hypothese, wonach Calcium aus dem Magen kontinuierlich während der Nacht abgegeben

wird und dadurch der Blutspiegel an Calcium erhöht wird. Bei der Verweildauer von CaCO_3 im Muskelmagen gab es keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Herkunft des Calciumcarbonates.

SCHOLTYSSSEK und ZIMMERMANN (1970) stellten bei Verfütterung eines Legemehles mit 2,9 % Calcium sowie Körnern und Muschelschalen einen signifikant höheren Knickeieranteil als bei Verfütterung eines Legehennenalleinfutters mit 3,4 % Calcium fest.

MORAN, EYAL und SUMMERS (1970), die drei Versuche an Legehennen ausführten, fanden, daß bei einem Calciumgehalt des Futters von 3 % eine zusätzliche freie Gabe von Muschelschalen keinen Vorteil brachte.

QUERNER und TÜLLER (1965) beschrieben einen Legehennenversuch an 288 extensiv aufgezogenen, 20 Wochen alten Weißen-Leghorn-Hybriden, die in sechs Versuchsgruppen zu je 48 Tieren 309 Tage lang in Einzelbatterien gehalten wurden. Das Versuchsfutter enthielt Calcium-Anteile von 2,2 % bis 2,5 % + Muschelschrot ad libitum bzw. 3,2 % bis 3,6 % Calcium ohne zusätzliche Muschelschrotgabe. Bei ihren Versuchen wollten sie u.a. auch den Einfluß der Form und der Höhe der Calciumverabreichung auf die Eischale bzw. deren Bruchfestigkeit einer Prüfung unterziehen. Die an insgesamt 1294 Eiern vorgenommenen Bruchfestigkeitsmessungen lieferten Ergebnisse, deren varianzanalytische Auswertung keinen Einfluß der Höhe und der Form der Calciumzugabe auf die Bruchfestigkeit erkennen ließen. Ebenso blieb die Höhe und die Form der Calciumverabfolgung ohne jeden Einfluß auf die Eizahl je Henne.

Auch SCHULZE-MESSING (1964) folgerte aus seinen Versuchen mit 564 Weißen-Leghorn-Hennen, die vom 20 Wochen- bis zum

500-Tage-Alter teils in Batterie-, teils in Bodenhaltung gehalten wurden, daß für die Bruchfestigkeit kein signifikanter Einfluß des unterschiedlichen Calciumgehaltes des Versuchsmischfutters sowie der Art der Muschelkalkbeifütterung vorliegt.

Abschließend sei noch die Arbeit von HAENDLER (1962) erwähnt, der auf Grund seiner Kenntnis der einschlägigen Literatur und der betreffenden Versuchsergebnisse ebenfalls zu dem Schluß kam, daß die Herkunft des Calciums für die Eischalenstabilität ohne Einfluß ist.

C. Eigene Untersuchungen

I. Arbeitsplan

Über die Frage, ob und inwieweit die Herkunft und die physikalische Form des den Legehennenrationen zugesetzten Calciumcarbonates einen Einfluß auf die Eischalenqualität haben, besteht noch keine Klarheit.

Wie sich aus dem Studium der uns zugänglichen Literatur ergab, befaßten sich in den letzten zehn Jahren ungefähr ein Dutzend Arbeitsgruppen mit diesem Problem.

Die publizierten Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen auf diesem Gebiet sind jedoch nicht übereinstimmend, da sowohl positive Effekte als auch kein Einfluß von Muschelschalengaben auf die Eischalenstabilität festgestellt worden sind.

Um zu prüfen, ob der Ersatz des pulverförmigen Calciumcarbonats durch Muschelschalen bzw. strukturiertes Calciumcarbonat zu einer Verbesserung der Eischalenstabilität führt, die auch bei den bei uns üblichen Legerassen und Fütterungsregimen reproduzierbar ist, soll folgendes Experiment durchgeführt werden:

Vier Tiergruppen werden, jede wiederum in neun Untergruppen aufgegliedert, über einen Stallraum verteilt und unter gleichen Bedingungen gehalten. Ihr Futter soll sich nur durch die Herkunft bzw. technische Verarbeitung des Calciumcarbonates unterscheiden, das in allen Gruppen auf einen Anteil von 7,5 % der Gesamtration festgesetzt wird.

Neben einer Kontrollgruppe, die pulverförmiges Calciumcarbonat ins Alleinfutter eingemischt erhält, werden 3 Versuchsgruppen gebildet, von denen die erste ein Futter gleicher Zusammensetzung wie die Kontrollgruppe erhält, das jedoch pelletiert

und anschließend wieder vermahlen werden soll.

In die Ration der zweiten Versuchsgruppe wird geprilltes Calciumcarbonat eingemischt, und in der dritten Versuchsration sollen 2,5 % handelsübliches CaCO_3 in Pulverform und 5,0 % Muschelschalenpartikel enthalten sein.

Als Versuchskriterien sollen neben Futterverzehr und Legeleistung das Schalengewicht und die Bruchfestigkeit ermittelt werden, wobei letztere nicht täglich über das ganze Jahr, sondern in Perioden von dreiwöchiger Dauer zu messen sind.

II. Material und Methoden

1) Tiermaterial, Tierzahl, Haltung

Voraussetzung für einen ordnungsgemäß durchzuführenden Fütterungsversuch ist ein gesundes, genetisch einheitliches Tiermaterial.

Für die vorliegenden Versuche wurden 180 HNL-Nick-Chick-Junghennen herangezogen, die den zu fordernden Ansprüchen entsprachen.

Die Junghennen waren am 28.12.1971 geschlüpft und hatten am 13.5.1972, dem Tag der Einstellung, ein Alter von 19 Wochen und drei Tagen.

Für die Versuche wurden die 180 Junghennen in vier Hauptgruppen mit je neun Untergruppen à fünf Tiere aufgeteilt, die in Einzelkäfigen in einem Dunkelstall bei etwa 18° C und ca. 60 % relativer Luftfeuchtigkeit gehalten wurden. Der Stallraum wurde mit Hilfe einer elektrischen Schaltuhr nach folgendem Lichtprogramm beleuchtet (Tabelle 1):

In den ersten drei Tagen wurden 24 Stunden Licht gegeben, um die Tiere an die Mitteltränken zu gewöhnen, da bei Umstellungen besonders in Dunkelställen die Tränke eventuell nicht gefunden wird.

Die Verteilung der Haupt- und Untergruppen über den Stallraum ist aus Abbildung 1 ersichtlich.

Die fünf Tiere einer jeden Untergruppe, die in aufeinanderfolgenden Einzelkäfigen aufgestellt waren, erhielten ihr Futter ad libitum aus einem gemeinsamen Trog.

Trinkwasser stand als fließendes Wasser aus der Trinkrinne jederzeit frei zur Verfügung.

Lebensalter in Wochen	Beleuchtungsdauer		
	Std.	Min.	
20	10	/ -	
21	10	/ -	
22	10	/ -	
23	10	/ 20	
24	10	/ 40	
25	11	/ -	) je 2 x 30 Min pro Woche
26	12	/ -	
27	13	/ -	
28	14	/ -	
29	14	/ 20	
30	14	/ 40	
31	15	/ -	
32	15	/ 20	
33	15	/ 40	
34	16	/ -	
35	16	/ -	
36	16	/ -	
37	16	/ -	
38	16	/ -	
39	16	/ -	
40	16	/ -	
41	16	/ 20	
42	16	/ 40	
43	17	/ -	
44	17	/ 20	
45	17	/ 40	
46	18	/ -	
47	18	/ 20	
48	18	/ 40	
49	19	/ -	
50	19	/ 20	
51	19	/ 40	
52	20	/ -	+))

Tabelle 1: Beleuchtungsplan für Legehennen
in Dunkelställen

+) Die Beleuchtungsdauer von 20 Stunden bleibt
dann bis zum Versuchsende bestehen.

IV ₇	III ₇	II ₃	I ₃
I ₈	II ₇	III ₃	IV ₂
II ₈	I ₇	IV ₃	III ₂
III ₈	IV ₆	I ₄	II ₂
IV ₈	III ₆	II ₄	I ₂
I ₉	II ₆	III ₄	IV ₁
II ₉	I ₆	IV ₄	III ₁
III ₉	IV ₅	I ₅	II ₁
IV ₉	III ₅	II ₅	I ₁

Abbildung 1: Gruppierung der Versuchstiere
im Stall

Erklärung:

römische Zahl = Nummer der Hauptgruppe
arabischer Index = Nummer der Untergruppe

2) Fütterung

Vom Tage der Einstellung bis zum Versuchsbeginn, der am 10.6.1972 bei 10 % Legeleistung erreicht war, erhielten die Versuchstiere ein Junghennen-Alleinfutter nach DLG-Standard.

Das Junghennenfutter hatte folgende Zusammensetzung:

60,0 %	Futtergetreideschrot, davon
25,0 %	Futterweizen
15,0 %	Mais
10,0 %	Hafer
10,0 %	Gerste
7,5 %	Tapiokamehl
7,5 %	Weizenkleie mit 0,3 % Vitamin A, D ₃ , B ₁ , B ₂ , Ca-Pantothenat, Nicotinsäureamid und Cholin- chlorid-Konzentrat "Hamisan" angereichert
7,0 %	Nebenerzeugnisse der Maisstärkefabrikation "Maisarin"
5,0 %	Malzkeime, getr.
3,0 %	Luzernegrünmehl
2,4 %	Tierkörpermehl
1,5 %	kohlensaurer Futterkalk
1,0 %	Fischmehl
1,0 %	Sojaschrot, extr.
1,0 %	phosphorsaurer Futterkalk
1,0 %	Futterfett
1,0 %	Rohrzucker-Melasseschlempe, ferm., getr.
0,5 %	Spurenelementmischung "S 59"
0,5 %	Trockenfutterhefe
0,1 %	getr. Fischpreßsaft (fish solubles)

100,0 %
=====

Je kg Mischfutter waren enthalten:

6000	I.E.	Vitamin A
750	I.E.	Vitamin D ₃
6,0	mg	Vitamin E
1,5	mg	Vitamin K ₃
2,4	mg	Vitamin B ₂
4,5	mg	Pantothensäure
12,0	mg	Niacin
90,0	mg	Cholinchlorid, rein
9,0	mg	Vitamin B ₁₂
60,0	mg	Mangan
40,0	mg	Zink
0,16	%	Natrium

Außerdem enthielt das Mischfutter als Zusatz den Stabilisierungshilfsstoff Santoquin und je kg Fertigfutter 60 mg des Coccidiostaticums Zoalene.

Der Gehalt an wertbestimmenden Bestandteilen betrug:

14,0	%	Rohprotein
9,0	%	Rohfaser
2,0	%	Fett
8,0	%	Asche
1,0	%	Calcium
0,7	%	Phosphor

Zu Beginn des Versuches wurde das Futter gewechselt, und zwar erhielten alle Tiere für die gesamte Dauer des Versuches ein Legehennenalleinfutter ad libitum, das bei sonst gleicher Zusammensetzung für die einzelnen Versuchsgruppen sich lediglich in der technischen Verarbeitung bzw. hinsichtlich der Korngröße und Herkunft des Calciumcarbonat-Anteils unterschied:

Gruppe I (Kontrollgruppe)

Legehennenalleinfutter nachstehender Zusammensetzung in Meniform mit 7,5 % handelsüblichem, pulverförmigen Calciumcarbonat.

Gruppe II

Legehennenalleinfutter wie für Gruppe I, jedoch pelletiert und anschließend wieder gemahlen und auf dieselbe Korngröße gebracht, wie sie in Gruppe I vorliegt.

Gruppe III

Legehennenalleinfutter wie für Gruppe I, jedoch mit 7,5 % Calciumcarbonat in grober Form (geprillt).

Gruppe IV

Legehennenalleinfutter wie für Gruppe I, jedoch mit 2,5 % handelsüblichem, pulverförmigen Calciumcarbonat und zusätzlich 5,0 % Muschelschalen.

Die Zusammensetzung des Versuchsfutters ist aus folgender Aufstellung ersichtlich:

Maisschrot	54,0 %
Sojaextraktionsschrot (45 %)	26,0 %
Luzernegrünmehl	7,0 %
Soja-Öl	3,0 %
Dicalciumphosphat (50 %)	1,7 %
Spurenelementvormischung + NaCl	0,5 %
Vitaminvormischung für Geflügel	0,25 %
DL-Methionin	0,05 %
Calciumcarbonat	7,5 %
	100,0 %
	=====

Je kg Mischfutter waren enthalten:

12000	I.E.	Vitamin A
1125	I.E.	Vitamin D ₃
10,0	mg	Vitamin E
2,0	mg	Vitamin K ₃
3,2	mg	Vitamin B ₂
4,5	mg	Pantothensäure
10,0	mg	Vitamin B ₁₂
4,4	mg	Vitamin B ₆
0,8	mg	Folsäure
18,0	mg	Nikotinsäure
300,0	mg	Cholinchlorid

Die Herstellung der Versuchsrationen erfolgte durch das Forschungsinstitut für Futtermitteltechnik in Thune bei Braunschweig.

Das Versuchsfutter konnte aus Haltbarkeitsgründen nicht auf einmal für die gesamte Versuchsdauer gemischt werden. Der analysierte Gehalt an wertbestimmenden Bestandteilen der jeweiligen Futtermischung ist getrennt für jede Gruppe in Tabelle 2 aufgeführt.

	A				B				C			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Rohprotein	17,9	17,9	18,0	18,8	18,2	18,4	18,2	18,5	18,0	18,5	18,5	18,0
Rohfett	5,9	5,2	5,3	5,9	5,4	5,8	5,9	5,4	5,7	5,6	6,2	6,3
Rohfaser	4,3	3,7	4,0	3,9	4,1	4,1	4,1	4,1	4,7	4,3	4,2	4,3
Rohasche	10,3	9,2	10,5	12,8	11,6	10,4	12,3	12,1	11,7	10,3	10,7	12,2
Rohwasser	10,4	10,9	10,4	10,7	11,1	10,0	10,8	10,8	11,0	10,2	10,9	10,5
Ca	3,5	3,5	3,4	3,5	3,5	3,4	3,5	3,5	3,5	3,4	3,5	3,5
P	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Na	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Tabelle 2: Analysierter Gehalt an wertbestimmenden Bestandteilen in den verschiedenen Versuchsrationen in %

Erklärung: A, B, C = Bezeichnung der Futterlieferung
 I, II, III, IV = Ration der jeweiligen Versuchsgruppe

3) Untersuchte Leistungs- und Schalenstabilitätsmerkmale sowie dabei angewandte Methoden

Nach Eintritt der Legereife wurden die anfallenden Eier täglich zur Feststellung der Legeleistung eingesammelt und bis zur Messung des Einzeleigewichtes auf einer Mettler Analysenwaage des Typs K 7 T unter gleichen Bedingungen gelagert.

Neben dieser täglichen Messung von Eigewicht und Eizahl wurden außerdem als Eischalenstabilitätsmerkmale erstens die Bruchfestigkeit und zweitens das Eischalengewicht während drei Versuchsperioden von je dreiwöchiger Dauer ermittelt.

Diese drei Versuchsperioden waren wie folgt über das Jahr verteilt:

Periode I	=	vom 10.6. bis 30.6.1972 im 2. Legemonat
Periode II	=	vom 4.9. bis 24.9.1972 im 4. Legemonat
Periode III	=	vom 7.1. bis 27.1.1973 im 8. Legemonat

Die Bruchfestigkeit wurde mit Hilfe des Bruchfestigkeitsmessers nach Rauch festgestellt, der die Belastbarkeit der Eischale von Pol zu Pol in kp/cm^2 bis zum Zerbrechen angibt.

Das Eischalengewicht wurde nach 12-stündigem Trocknen der Schalen bei 104°C in einem Trockenschrank ebenfalls mit einer Mettler Analysenwaage gleichen Typs festgestellt.

Der Futterverzehr und die Körpergewichtsentwicklung der Versuchstiere wurden monatlich bis zum Ende des Versuches ermittelt.

4) Methoden der statistischen Auswertung der Versuchsergebnisse

Die für die jeweiligen Merkmale erhaltenen Meßdaten wurden auf Papierstreifen abgelocht und die Richtigkeit der Lochung mittels eines Prüfprogrammes kontrolliert. Anschließend wurden die Meßwerte mit Hilfe eines elektronischen Kleinrechners vom Typ Wang 700 varianzanalytisch bearbeitet (Einwegklassifikation), wobei die Mittelwerte eines Merkmales pro Henne für jede Versuchsperiode die Grundlage für diese varianzanalytische Auswertung bildeten.

Im Falle der Ablehnung der Nullhypothese gleicher Mittelwerte in den Grundgesamtheiten ist anschließend mit Hilfe des Tukey-Tests geprüft worden, welche Gruppenmittelwerte statistisch gesicherte Unterschiede aufweisen.

Ferner wurde untersucht, ob den Unterschieden, die sich als signifikant herausstellten, praktische Bedeutung zukommt.

III. Versuchsergebnisse

1) Futterverzehr

Der Futterverzehr der Kontroll- und Versuchstiere wurde vom Tage des Legebeginns bis zum Versuchsende in regelmäßigen Abständen von vier Wochen bestimmt. Hierbei ergaben sich für die einzelnen Gruppen folgende Verzehrswerte, die aus Tabelle 3 ersichtlich sind und in Abbildung 2 graphisch dargestellt wurden.

Um nicht erst zum Versuchsende, sondern schon im Laufe des Versuchs genauere Aufschlüsse über den Futterverzehr der einzelnen Gruppen zu erhalten, wurden die vierwöchigen Zeiträume der Futterverzehrskontrolle vier größeren Abschnitten A, B, C und D zugeordnet und der Futterverzehr der einzelnen Gruppen in diesen größeren Abschnitten einer Varianzanalyse unterzogen.

Die hierfür erforderlichen Werte wurden von den je neun Untergruppen der vier Hauptgruppen geliefert.

Bei signifikanten F-Werten wurde anschließend ein Tukey-Test durchgeführt.

Für den Abschnitt A, der den 1., 2. und 3. Futterverzehrskontrollzeitraum umfaßte, ergaben sich keine signifikanten Unterschiede im Futterverzehr der einzelnen Gruppen.

Das gleiche Ergebnis erbrachte der Abschnitt B, zu dem der 4., 5. und 6. Futterverzehrskontrollzeitraum gehören.

Im Abschnitt C mit dem 7., 8. und 9. Futterverzehrskontrollzeitraum dagegen trat bei der Varianzanalyse und beim anschließenden Tukey-Test zwischen den Gruppen II und IV ein Unterschied im Futterverzehr von 34,701 kg auf, der mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 % gesichert war. Dieser Unterschied im Futterverzehr entspricht einer durchschnittlichen Futtermenge von 9,2 g pro Tier und Tag.

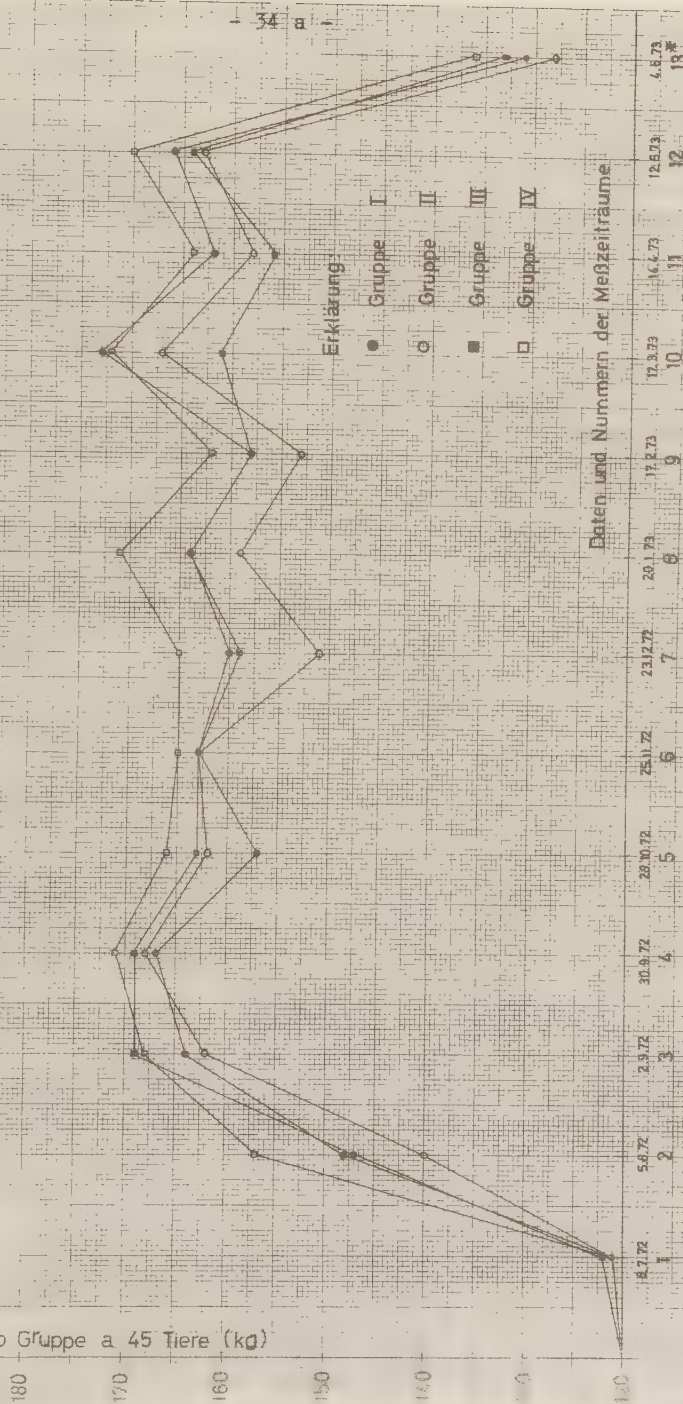
Zeitraum von 28 Tagen	Gruppe I			Gruppe II			Gruppe III			Gruppe IV		
	a	$\bar{x}$	b + s	a	$\bar{x}$	b + s	a	$\bar{x}$	b + s	a	$\bar{x}$	b + s
1.	96,3	13,481	1,244	95,7	13,394	0,769	96,5	13,510	0,579	96,0	13,436	0,406
2. A	117,3	16,425	1,442	111,5	15,609	0,857	116,7	16,333	0,791	124,4	17,415	0,747
3.	129,8	18,176	1,095	129,0	18,054	1,157	134,0	18,755	0,776	133,3	18,665	0,718
4.	132,6	18,562	1,283	133,2	18,649	1,086	134,2	18,792	1,012	135,8	19,004	1,034
5. B	124,4	17,420	0,864	128,7	18,024	0,600	129,7	18,165	0,934	131,9	18,471	0,704
6.	129,5	18,126	0,943	129,6	18,142	0,399	129,2	18,082	0,814	131,3	18,387	0,938
7.	126,7	17,732	1,228	119,7	16,754	0,837	126,5	17,714	0,798	130,8	18,318	1,074
8. C	130,0	18,207	1,547	126,0	17,634	1,011	129,8	18,171	0,939	135,4	18,954	0,989
9.	125,4	17,561	0,931	121,5	17,013	0,963	125,4	17,555	0,595	128,5	17,984	0,723
10.	137,3	19,220	1,542	132,7	18,571	1,275	127,5	17,843	1,088	136,3	19,085	1,763
11. D	128,7	18,015	1,137	125,8	17,609	1,017	124,2	17,384	0,644	130,2	18,234	0,892
12.	131,8	18,457	1,011	129,4	18,116	1,310	130,0	18,200	0,852	134,8	18,866	1,061
13.*	121,2	14,539	0,944	118,3	14,196	0,622	123,3	14,799	0,854	126,2	15,145	1,082
1 bis 13	125,5	17,379	1,648	123,2	17,059	1,671	125,2	17,331	1,564	128,9	17,843	1,679

* Der 13. Meßzeitraum hat nur 24 Tage

Tabelle 3: Futterverbrauch der Versuchshennen innerhalb von jeweils 28 Tagen
 a. durchschnittlich pro Tier und Tag in g
 b. durchschnittlich pro Untergruppe à 5 Tiere in kg

Abbildung 2

Übersicht über den Futterverzehr der Versuchshennen innerhalb der einzelnen Meßzeiträume von 28 Tagen



* der 13. Meßzeitraum hat nur 24 Tage

Futterverzehr pro Gruppe à 45 Tiere (kg)

Für den Abschnitt D, der den 10., 11., 12. und 13. Futterverzehrskontrollzeitraum umfaßte, ergaben sich wiederum keine signifikanten Unterschiede im Futterverzehr der einzelnen Gruppen.

Die anschließende Varianzanalyse mit den Meßergebnissen aller Futterverzehrskontrollzeiträume und der darauffolgende Tukey-Test erbrachten zwischen den Gruppen II und IV einen Unterschied von 91,795 kg, der mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % gesichert war. Dieser Unterschied im Gesamtfutterverzehr zwischen den Gruppen II und IV entspricht einer durchschnittlichen Futtermenge von 5,7 g pro Tier und Tag.

2) Legeleistung

Unter dem Begriff Legeleistung sind die erzeugte Eizahl und die damit erreichte Eimasse zu verstehen.

Die Meßwerte beider Merkmale sind in den Tabellen 4 und 5 für drei Abschnitte mit je $3 \times 28 = 84$ Tagen und einem Abschnitt mit 108 Tagen zusammengefaßt.

Diese vier Abschnitte stimmen zeitlich mit den Abschnitten überein, in denen der Futterverzehr erfaßt wurde.

Die durchschnittliche, prozentuale Legeleistung sowie die pro Gruppe erzeugte Eimasse in kg sind für die einzelnen Versuchsmonatē in den Abbildungen 3 und 4 graphisch dargestellt.

Für das Merkmal Eizahl ergaben sich bei der Varianzanalyse sowohl in den Abschnitten A, B, C und D als auch bei der Varianzanalyse aller im Versuchszeitraum von 360 Tagen anfallenden Meßwerte keine gesicherten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen.

Ebenso lagen die Ergebnisse bei der varianzanalytischen Auswertung der Meßwerte für die Eimasse.

Wiederum ergaben sich weder in den Abschnitten A, B, C und D noch bei der Varianzanalyse aller im Versuchszeitraum anfallenden Meßwerte signifikante Differenzen zwischen den einzelnen Gruppen.

Abschnitte von 3 x 28 Tagen	I $\bar{x}$ $\pm s$	II $\bar{x}$ $\pm s$	III $\bar{x}$ $\pm s$	IV $\bar{x}$ $\pm s$
A	63,1 10,0	64,8 9,3	62,7 11,4	62,6 9,1
B	75,6 5,8	76,8 4,8	75,5 6,5	74,5 10,2
C	68,9 10,5	68,5 9,2	68,2 8,8	69,1 11,8
D *)	80,2 14,8	78,8 13,0	76,3 16,2	79,9 15,9
in 360 Tagen	287,8 28,8	288,8 24,7	282,7 28,4	284,4 38,3

Tabelle 4: Durchschnittliche Eizahl pro Tier für die einzelnen Versuchsgruppen innerhalb der Abschnitte

von 3 x 28 = 84 Tagen
bzw. 108 Tagen

*) Der Abschnitt D umfaßt statt 84 Tage 108 Tage

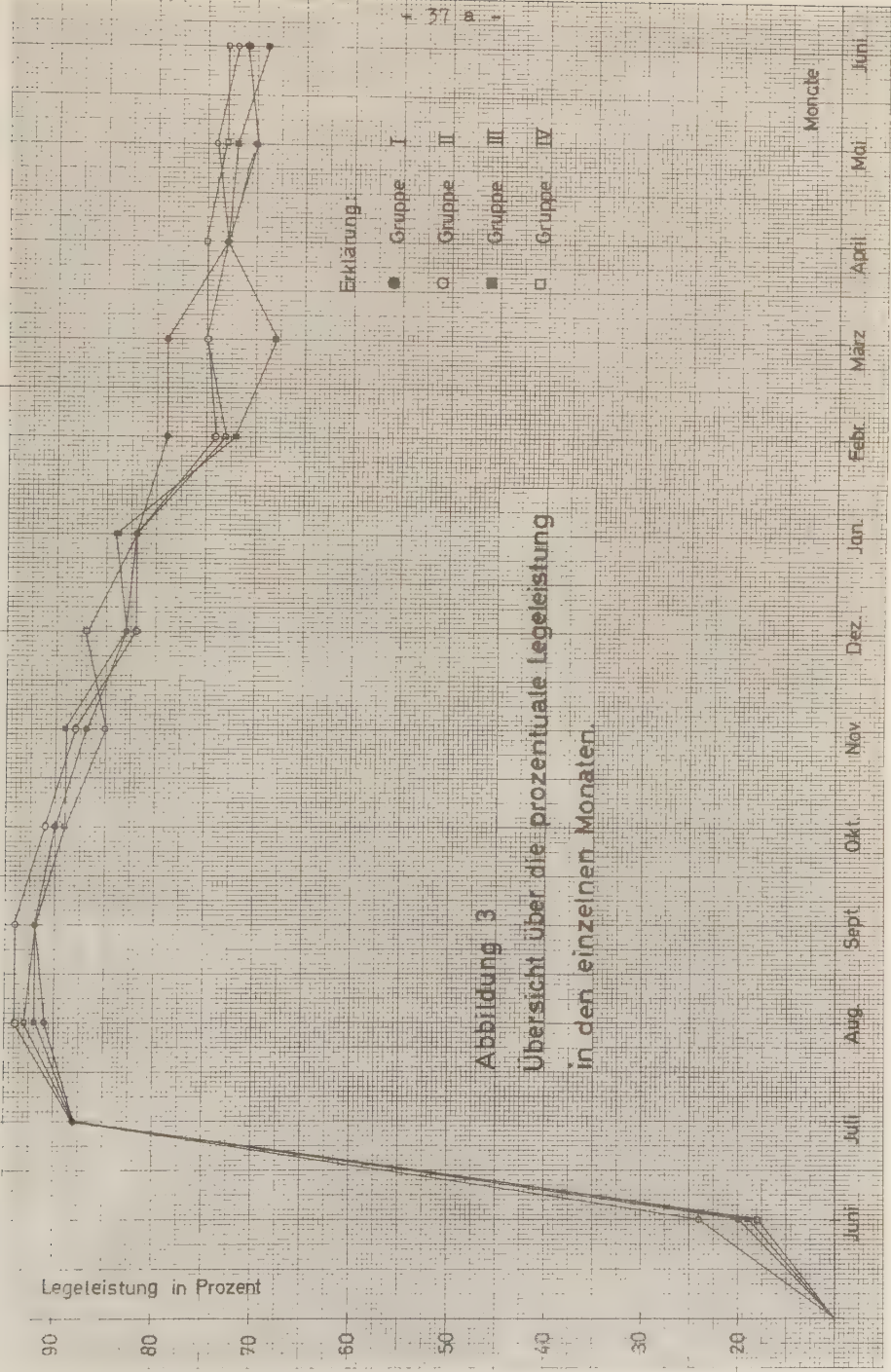


Abbildung 3
 Übersicht über die prozentuale Legeleistung
 in den einzelnen Monaten

Abschnitte von 3 x 28 Tagen	Gruppe I $\bar{x}$ + s	Gruppe II $\bar{x}$ + s	Gruppe III $\bar{x}$ + s	Gruppe IV $\bar{x}$ + s
A	3605,7 582,8	3618,7 522,9	3529,2 606,5	3588,5 478,1
B	4659,4 470,3	4612,4 310,5	4565,3 387,8	4581,4 677,2
C	4396,0 723,2	4248,2 633,2	4270,9 515,8	4435,3 917,4
D	5274,4 1044,0	5019,0 826,1	4896,5 1037,5	5194,2 1029,4
in 360 Tagen	17935,5 2130,4	17498,4 1636,6	17261,8 1691,5	17799,4 2373,3

Tabelle 5: Durchschnittliche Eimasse in g pro Tier für die einzelnen Abschnitte

von 3 x 28 = 84 Tagen (Abschn. A, B, C)
bzw. 108 Tagen (Abschnitt D).

kg. Eimasse

80

70

60

50

40

30

20

10

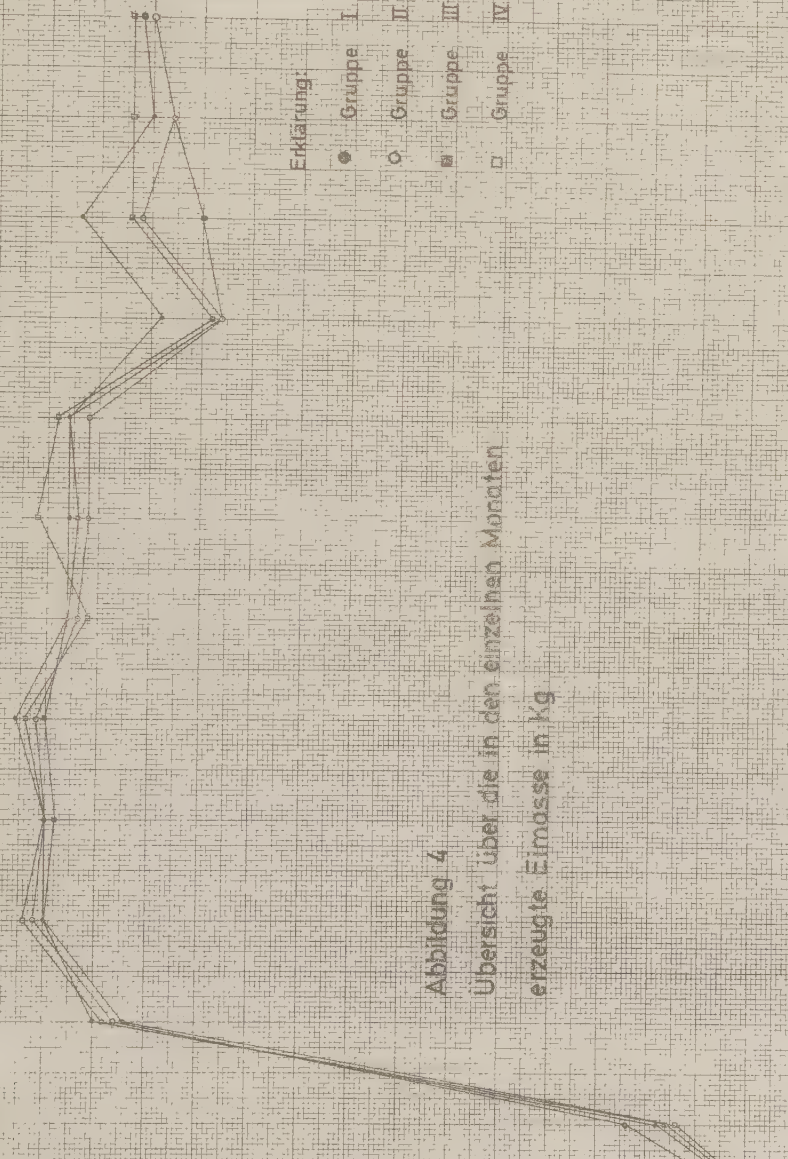
Erklärung:

- Gruppe I
- Gruppe II
- Gruppe III
- Gruppe IV

Abbildung 4

Übersicht über die in den einzelnen Monaten
erzeugte Eimasse in Kg

Juni Juli Aug Sept Okt Nov Dez Jan. Febr. März April Mai Juni



Für den Aufwand an Futter gemessen in kg pro kg erzeugte Eimasse ergeben sich für die einzelnen Gruppen in den jeweiligen Abschnitten folgende Werte:

Abschnitte von 3 x 28 Tagen	I	II	III	IV
A	2,677	2,609	2,776	2,770
B	2,331	2,376	2,416	2,358
C	2,457	2,424	2,508	2,511
D	2,694	2,734	2,779	2,767
in 360 Tagen	2,540	2,536	2,620	2,601

Die Varianzanalyse der Meßwerte für den Futteraufwand pro kg Eimasse erfolgte auf der Basis der Untergruppenergebnisse und ergab weder in den einzelnen Abschnitten noch bei der Gesamtauswertung aller im Meßzeitraum von 360 Tagen anfallenden Meßwerte signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen.

Die Merkmale Schalengewicht und Bruchfestigkeit wurden in drei Meßreihen von je dreiwöchiger Dauer ermittelt. Mit Ausnahme der Gruppe II in der Meßreihe 1 und der Gruppe IV in der Meßreihe 3 für das Merkmal Schalengewicht ergaben sich zwischen den jeweiligen Untergruppen einer Hauptgruppe keine signifikanten Unterschiede, so daß - von diesen zwei Ausnahmen abgesehen - innerhalb der Hauptgruppen keine Inhomogenität nachweisbar war.

3) Schalengewicht

Varianztabelle für das Merkmal Schalengewicht innerhalb der drei Meßperioden

Periode	Gruppe	Mittelwerte in g ± s	SAQ ₁	SAQ ₂	MAQ ₁	MAQ ₂	F
1	I	5,64 0,38	0,92	20,05	0,31	0,11	2,695
	II	5,46 0,34					*
	III	5,47 0,28					
	IV	5,55 0,34					
2	I	5,72 0,44	0,62	27,07	0,21	0,15	1,333
	II	5,57 0,29					
	III	5,64 0,32					NS
	IV	5,69 0,48					
3	I	5,79 0,65	0,31	48,47	0,10	0,28	0,369
	II	5,76 0,37					
	III	5,87 0,52					NS
	IV	5,83 0,52					

Hierbei bedeuten:

SAQ₁ Summe der Abweichungsquadrate zwischen den Gruppen

SAQ₂ Summe der Abweichungsquadrate innerhalb der Gruppe

MAQ₁ Mittlere Abweichungsquadrate zwischen den Gruppen

MAQ₂ Mittlere Abweichungsquadrate innerhalb der Gruppe

F $\frac{MAQ_1}{MAQ_2}$

* mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit gesicherte Differenzen zwischen den Gruppen

NS nicht signifikant

s Streuung

Die Varianztabelle für das Schalengewicht zeigt zwar in der Meßperiode 1 einen signifikanten F-Wert, aber die durchschnittlichen Schalengewichte der Gruppen I und II unterscheiden sich, wie der Tukey-Test zeigt, lediglich mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 10 %.

Signifikanztabelle für das Schalengewicht in der Meßperiode 1
Irrtumswahrscheinlichkeit 10 %, ermittelt durch den Tukey-Test

Durchschnittliches Schalengewicht in g	$\bar{x}_{IV}$	$\bar{x}_{III}$	$\bar{x}_{II}$	$\bar{x}_I$
5,64 $\bar{x}_I$	NS	NS	S	
5,46 $\bar{x}_{II}$	NS	NS		
5,47 $\bar{x}_{III}$	NS			
5,55 $\bar{x}_{IV}$				

Erklärung:

NS nicht signifikant

S mit 10 % Irrtumswahrscheinlichkeit gesicherte Differenzen

Für die Grenzdifferenz mit 5 % bzw. 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit sind 0,18 g bzw. 0,22 g errechnet worden.

4) Bruchfestigkeit

Varianztabelle für das Merkmal Bruchfestigkeit
in den drei Meßperioden

Peri- ode	Grup- pe	Mittelwerte $\text{kp/cm}^2 + s$	SAQ ₁	SAQ ₂	MAQ ₁	MAQ ₂	F
1	I	3,33 0,45	1,64	32,60	0,55	0,19	2,949
	II	3,17 0,36					*
	III	3,28 0,44					
	IV	3,08 0,47					
2	I	3,17 0,48	1,46	30,01	0,49	0,17	2,852
	II	3,11 0,37					*
	III	3,18 0,37					
	IV	2,95 0,43					
3	I	2,87 0,55	0,22	43,51	0,07	0,25	0,303
	II	2,88 0,43					NS
	III	2,90 0,53					
	IV	2,80 0,47					

Hierbei bedeuten:

SAQ₁ Summe der Abweichungsquadrate zwischen den Gruppen

SAQ₂ Summe der Abweichungsquadrate innerhalb der Gruppe

MAQ₁ Mittlere Abweichungsquadrate zwischen den Gruppen

MAQ₂ Mittlere Abweichungsquadrate innerhalb der Gruppe

F $\frac{\text{MAQ}_1}{\text{MAQ}_2}$

* mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit gesicherte Differenzen zwischen den Gruppen

NS nicht signifikant

s Streuung

Die varianzanalytische Auswertung der Bruchfestigkeitswerte ergab mit 5 %iger Irrtumswahrscheinlichkeit in den Meßperioden 1 und 2 zwischen den Gruppen signifikante Unterschiede, deren genaue Lokalisation durch die nachfolgenden Tukey-Tests ermittelt wurde.

Signifikanztabelle für die Bruchfestigkeit in der Meßperiode 1, Irrtumswahrscheinlichkeit 5 %, ermittelt durch den Tukey-Test

Bruchfestigkeit in kp/qcm		$\bar{x}_{IV}$	$\bar{x}_{III}$	$\bar{x}_{II}$	$\bar{x}_I$
3,33	$\bar{x}_I$	*	NS	NS	
3,17	$\bar{x}_{II}$	NS	NS		
3,28	$\bar{x}_{III}$	NS			
3,08	$\bar{x}_{IV}$				

Erklärung:

NS nicht signifikant

* mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit gesicherte Differenzen

In der Meßperiode 1 war also der Unterschied in der Bruchfestigkeit von $0,25 \text{ kp/cm}^2$ zwischen den Gruppen I und IV mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % gesichert.

Signifikanztabelle

für die Bruchfestigkeit in der Meßperiode 2,
Irrtumswahrscheinlichkeit 5 %, er-
mittelt durch den Tukey-Test

Bruchfestigkeit in kp/qcm		$\bar{x}_{IV}$	$\bar{x}_{III}$	$\bar{x}_{II}$	$\bar{x}_I$
3,17	$\bar{x}_I$	NS	NS	NS	
3,11	$\bar{x}_{II}$	NS	NS		
3,18	$\bar{x}_{III}$	*			
2,95	$\bar{x}_{IV}$				

Erklärung:

NS nicht signifikant

* mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit gesicherte
Differenzen

In der Meßperiode 2 waren mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit gesicherte Differenzen zwischen den Gruppen III und IV bei einem Bruchfestigkeitsunterschied von $0,23 \text{ kp/cm}^2$ zu finden.

Die Differenz zwischen den Gruppen I und IV, die in der Meßperiode 1 gesichert war, lag in der Meßperiode 2 dicht an der Signifikanzgrenze, war aber nicht abzusichern.

D. Diskussion

Die Eischalenstabilität ist vor allem in Betrieben mit hohen Legeleistungen ein Faktor, der die Rentabilität der Legehennenhaltung stark beeinflusst. Es fehlt daher nicht an Bemühungen, die zum Teil mangelhafte Schalenstabilität bei Eiern von Hochleistungslegehennen auch durch fütterungstechnische Maßnahmen zu verbessern.

In der vorliegenden experimentellen Arbeit wurde geprüft, ob sich bei Verfütterung eines optimal zusammengesetzten Legehennenalleinfutters mit 3,5 % Calcium an HNL-Tiere der von amerikanischen Autoren kürzlich beschriebene eischalenstabilisierende Effekt reproduzieren läßt, wenn ein Teil des im Legehennenalleinfutter enthaltenen Calciumcarbonates durch Muschelschalen ersetzt wird.

Hierzu wurde ein einjähriger Versuch mit 4 x 45 Legehennen durchgeführt, deren Alleinfutter sich lediglich hinsichtlich der Korngröße des eingemischten Calciumcarbonates unterschied.

Zusätzlich ist geprüft worden, ob durch Pelletieren und anschließendes Wiedervermahlen auf die ursprüngliche Korngröße des Legehennenalleinfutters, dem wie der Kontrollration 7,5 % CaCO_3 in Pulverform zugesetzt wurde, Entmischungsvorgänge zu verhindern sind. Es wurde nämlich vermutet, daß auf Grund der großen Dichteunterschiede der einzelnen Futterbestandteile bei mehlartigem Legehennenfutter die staubfeinen CaCO_3 -Anteile beim Transport sowie bei der pneumatischen Beschickung von Futterbehältern inhomogen verteilt werden, was zu einer verminderten Schalenqualität führen kann.

Im vorliegenden Versuch waren die eben beschriebenen Vorteile des pelletierten und wiedervermahlten Futters gegenüber dem Futter der Kontrollgruppe nicht nachzuweisen.

Dies könnte darauf zurückzuführen sein, daß das nicht pelletierte Futter, dem pulverförmiges Calciumcarbonat zugemischt wurde, wie die übrigen Rationen in Säcken à 50 kg abgepackt waren. Außerdem wurde das Futter ohne weitere Umlagerung aus dem Sack direkt in die Futtervorratsbehälter gegeben. Somit wurden eventuelle Entmischungsvorgänge auf ein Mindestmaß reduziert.

Im Verlauf des Versuches fielen bei der Erfassung der Legeleistung bzw. der Schalenqualitätsmerkmale Eischalengewicht und Bruchfestigkeit insgesamt etwa 100.000 Einzeldaten an.

Um diese beschreibend statistisch und im Gruppenvergleich auswerten zu können, war es notwendig, einen Großteil dieser Daten auf Papierstreifen zu übertragen und mit Hilfe eines elektronischen Kleinrechners zu bearbeiten.

Wie die varianzanalytische Überprüfung ergab, war - von wenigen Ausnahmen abgesehen (Gruppe II in der Meßperiode 1 und Gruppe IV in der Meßperiode 3 für das Schalengewicht) - für die jeweils getesteten Merkmale innerhalb der vier Hauptgruppen keine statistisch zu sichernde Inhomogenität nachweisbar.

Daraus läßt sich folgern, daß andere Einflüsse als die hinsichtlich ihrer Korngröße unterschiedlichen Calciumcarbonatanteile im Legehennenalleinfutter auf die im Versuch geprüften Leistungen und Eischalenstabilitätsmerkmale durch die Versuchsanordnung weitgehend ausgeschlossen werden konnten.

Wie zu erwarten war, übten die in den jeweiligen Rationen enthaltenen Anteile an Calciumcarbonat unterschiedlicher Korngröße sowie die Muschelschalen keine Wirkung auf die Legeleistung aus; diese war sowohl im Hinblick auf die während eines Jahres durchschnittlich pro Tier erzeugte Eizahl als auch hinsichtlich der erzeugten Eimasse bei den Tieren der vier Fütterungsgruppen sehr einheitlich. Dies

trifft auch auf den Futterverzehr für die Abschnitte A (1. bis 3. Legemonat), B (4. bis 6. Legemonat) und D (10. bis 13. Legemonat) zu. Die Ursache der nur im Abschnitt C (7. bis 9. Legemonat) aufgetretenen signifikanten Differenzen im Futterverzehr zwischen den Tieren der Gruppen II und IV und ihre Auswirkung auf den Gesamtversuchszeitraum von 360 Tagen, wo noch gesicherte Differenzen zwischen diesen beiden Gruppen von 5,7 g Futter pro Tier und Tag auftraten, ist nicht ersichtlich.

Eine bessere Verdaulichkeit der organischen Nährstoffe in der pelletierten Ration für die Versuchsgruppe II scheidet als Erklärung aus, da signifikante Unterschiede im Futterverzehr gegenüber den Tieren der Gruppen I und III, die ebenfalls nicht pelletierte Rationen erhielten, nicht nachweisbar waren.

In den einzelnen Meßabschnitten bzw. über den gesamten Versuchszeitraum von 360 Tagen war der Aufwand an Futter pro kg erzeugte Eimasse bei der Gruppe II mit der pelletierten und wieder vermahlenden Ration am geringsten. Allerdings ließ sich dieses Versuchsergebnis nicht statistisch absichern.

Hinsichtlich des Merkmals Schalengewicht ergab sich nach der varianzanalytischen Auswertung der Meßergebnisse nur in der Meßperiode 1 ein signifikanter F-Wert. Der im Anschluß daran ausgeführte Tukey-Test zur Feststellung, welche Gruppen statistisch abzusichernde Unterschiede des Merkmals Schalengewicht aufweisen, ergab jedoch nur eine knappe Überschreitung der Grenzdifferenz (0,16 g) mit 10 % Irrtumswahrscheinlichkeit zwischen den Gruppen I und II. Diese im ersten Meßabschnitt des Versuches auftretenden Unterschiede im Schalengewicht könnten durch unterschiedliche Eigrößen zustande gekommen sein.

In den Meßperioden 2 und 3 (4. bzw. 8. Legemonat) waren

Unterschiede im Eischalengewicht bei den Tieren der verschiedenen Fütterungsgruppen nicht mehr nachweisbar.

Zur Bruchfestigkeit der Eier aus den einzelnen Gruppen ist festzustellen, daß die Gruppe IV mit 5 % Muschelschalen und 2,5 % pulverförmigem Calciumcarbonat in allen drei Meßperioden die schlechtesten Ergebnisse hatte.

Signifikante Unterschiede in der Bruchfestigkeit ließen sich nur in der Meßperiode 1 zwischen den Gruppen I ($3,33 \pm 0,45 \text{ kp/cm}^2$) und IV ($3,08 \pm 0,47 \text{ kp/cm}^2$) bzw. in der Meßperiode 2 zwischen den Gruppen III ($3,18 \pm 0,37 \text{ kp/cm}^2$) und IV ($2,95 \pm 0,43 \text{ kp/cm}^2$) feststellen.

In der Meßperiode 3 waren keine signifikanten Differenzen nachweisbar. Die Tendenz, wonach die Eier von Tieren der Gruppe IV, die 5,0 % Muschelschalen in der Ration erhielten, die schlechteste Bruchfestigkeit aufwiesen, deutete sich auch in der Meßperiode 3 an.

Empfehlungen, einen Teil des Calciumcarbonates durch Muschelschalen bzw. gekörntes Calciumcarbonat im Legehennenalleinfutter zu ersetzen, wie sie nach Bekanntwerden der amerikanischen Untersuchungsergebnisse ausgesprochen wurden, um damit die Eischalenstabilität merklich zu verbessern, sind nach den vorliegenden Untersuchungen nicht generell zu übernehmen.

Fütterungstechnische Maßnahmen zur Verbesserung der Eischalenstabilität erscheinen nur dann sinnvoll, wenn damit Verbesserungen in der Bruchfestigkeit der Eischalen von mindestens $0,25 \text{ kp/cm}^2$ mit Sicherheit erreicht werden können.

Die hier beschriebenen Versuche haben gezeigt, daß bei Verwendung genetisch auch hinsichtlich der Eischalenstabilität entsprechend gut veranlagter Legehennen und bei Verfütterung eines nach dem derzeitigen Stand des Wissens optimal zusammengesetzten Legehennenalleinfutters keine Veran-

lassung besteht, einen Teil des notwendigen Calciumcarbonates durch Muschelschalen oder strukturiertes CaCO_3 zu ersetzen, weil die auf herkömmliche Art gefütterten Tiere zum Teil sogar eine signifikant bessere Schalenstabilität aufwiesen.

Ob bei pneumatischer Beschickung von Tankwagen und Vorratsbehältern sowie bei automatischer Fütterung unter Verwendung von Futterketten die Pelletierung und anschließende Wiedervermahlung zur Vermeidung von Entmischungsvorgängen im Hinblick auf die Eischalenstabilität Vorteile bringt, muß durch weitere Versuche noch geklärt werden.

E. Zusammenfassung

Zur Klärung der Frage, ob der Ersatz von $\frac{2}{3}$ des im Legehennenalleinfutter enthaltenen Calciumcarbonates durch Muschelschalen zu einer verbesserten Eischalenstabilität führt, wurde folgender Versuch durchgeführt:

180 HNL-Nick-Chick-Legehennen, aufgeteilt in vier Gruppen à $9 \times 5 = 45$ Tiere, erhielten, nachdem eine Legeleistung von 10 % erreicht war, 360 Tage lang ein Legehennenalleinfutter ad libitum.

Diesem optimal zusammengesetzten Legehennenalleinfutter wurden 7,5 % CaCO_3 zugemischt, so daß in der Endmischung ein Calciumgehalt von 3,5 % vorlag.

Gruppe I (Kontrollgruppe)

Legehennenalleinfutter in Mehlform mit 7,5 % handelsüblichem, pulverförmigen CaCO_3 .

Gruppe II

Legehennenalleinfutter wie für Gruppe I, jedoch pelletiert und anschließend wieder auf die ursprüngliche Korngröße vermahlen.

Gruppe III

Legehennenalleinfutter wie für Gruppe I, jedoch mit 7,5 % Calciumcarbonat in grober Form (geprillt).

Gruppe IV

Legehennenalleinfutter wie für Gruppe I, jedoch mit 2,5 % handelsüblichem, pulverförmigen Calciumcarbonat und zusätzlich 5,0 % Muschelschalen.

Untersucht wurde im einzelnen der Futterverzehr, die Legeleistung, das Schalengewicht und die Bruchfestigkeit.

Dabei zeigten sich folgende Ergebnisse:

Der Futterverzehr pro Tier und Tag betrug im Gesamtver-

suchszeitraum von 360 Tagen durchschnittlich 125,5 g (I), 123,2 g (II), 125,2 g (III) und 128,9 g (IV), wobei der zwischen den Tieren der Gruppen II und IV festgestellte Unterschied von 5,7 g mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % zu sichern war.

Die Legeleistung (Eizahl bzw. Eimasse) lag im gesamten Versuchszeitraum von 360 Tagen pro Tier durchschnittlich bei

	I	II	III	IV
	$\bar{x}$ $\pm s$	$\bar{x}$ $\pm s$	$\bar{x}$ $\pm s$	$\bar{x}$ $\pm s$
Eizahl Stck.	287,8 28,8	288,8 24,7	282,7 28,4	284,4 38,3
kg Eimasse	17,936 2,130	17,498 1,637	17,262 1,692	17,799 2,373

Hinsichtlich des Futteraufwandes pro kg Eimasse ergaben sich zwischen den einzelnen Gruppen bei Werten zwischen 2,536 kg und 2,620 kg keine signifikanten Differenzen.

Die Merkmale Schalengewicht und Bruchfestigkeit wurden in drei Meßperioden à 21 Tage ermittelt.

Dabei ergaben sich für die Praxis unwesentliche Unterschiede im Schalengewicht zwischen den Eiern von Tieren der einzelnen Gruppen, die statistisch nicht abzusichern waren, wenn man davon absieht, daß in der Meßperiode 1 die Grenzdifferenz von 0,16 g mit 10 % Irrtumswahrscheinlichkeit zwischen den Eiern der Gruppen I und II knapp überschritten wurde (0,18 g).

Bei den Meßergebnissen für die Bruchfestigkeit traten sowohl in der ersten als auch in der zweiten Meßperiode geringe, aber statistisch gesicherte Unterschiede zwischen einzelnen Gruppen auf.

In der Meßperiode 1 war der Unterschied von 0,25 kp/cm² zwischen der Gruppe I mit einer durchschnittlichen Bruchfestigkeit von 3,33 kp/cm² und der Gruppe IV mit einer durchschnitt-

lichen Bruchfestigkeit von $3,08 \text{ kp/cm}^2$ mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % gesichert.

In der Meßperiode 2 lagen die gesicherten Differenzen zwischen der Gruppe III mit einer durchschnittlichen Bruchfestigkeit von $3,18 \text{ kp/cm}^2$ und der Gruppe IV mit einer durchschnittlichen Bruchfestigkeit von $2,95 \text{ kp/cm}^2$. Dieser Unterschied in der Bruchfestigkeit von $0,23 \text{ kp/cm}^2$ war ebenfalls mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % gesichert.

In allen Meßperioden hatten die Eier der Hennen aus Gruppe IV mit 5 % Muschelschalen und $2,5 \% \text{ CaCO}_3$ die jeweils geringste Bruchfestigkeit im Vergleich zu den Eiern der Tiere aus den anderen Fütterungsgruppen.

Bei dem bei uns verwendeten Tiermaterial und einer optimalen Calciumzufuhr konnte der in der Literatur beschriebene Effekt einer eischalenstabilitätsverbessernden Wirkung durch Verabreichung eines Teils des benötigten Calciums in Form von Muschelschalen nicht bestätigt werden.

F. Literaturverzeichnis

BAKER, R.C. und R. CURTISS (1958):

Strain differences in egg shell mottling, internal quality, shell thickness, specific gravity, and the interrelationship between these factors.
Poult.Sci.37, 1086-1090

BEARSE, G.E. (1961):

The problem of egg shell quality.
Feedstuffs 16, 70

BENNION, N.L. und D.C. WARREN (1933):

Temperature and its effect on egg size in the domestic fowl.
Poult.Sci.12, 69-82

BERGER, R. und P. KUMP (1969):

Der Einfluß verschiedener Futterzusätze auf die Schalenqualität - ermittelt durch Elastizitätsmessungen - des Eies.
Arch. Geflügelk. 33, 444-453

CHARLES, O.W., J. BROCK und R. LOWE (1972):

Relative economic advantage of egg shell quality as influenced by certain dietary treatments.
Poult.Sci.51, 1793

CHARLES, O.W., R. CLARK, T.M. HUSTON und J.V. SHUTZE (1972):

The effect of calcium source, sodium bicarbonate and temperature on egg shell quality.
Poult.Sci.51, 1793

CHIN, G. und A.W. BRANT (1953):

Egg quality and Aureomycin.
Poult.Sci.32, 875-876

EL-BOUSHY, A.R. und M. van ALBADA (1970):

The effect of vitamin C on egg shell quality under high environmental temperatures.
Netherl. J. Agr. Sci.18, 62-71

EL-BOUSHY, A.R., P.C.M. SIMONS und G. WIERTZ (1968):

Structure and ultra-structure of the hen's egg shell as influenced by environmental temperature, humidity and vitamin C additions.
Poult.Sci.47, 456-467

FARNSWORTH, G.M. jr. und A.W. NORDSKOG (1955):

Breeding for egg quality.
3. Genetic differences in shell characteristics and
other egg quality factors.
Poult.Sci.34, 16-26

GABUTEN, A.R. und C.S. SHAFFNER (1954):

A study of the physiological mechanisms affecting
specific gravity of chicken eggs.
Poult.Sci.33, 47-53

GARLICH, J.D. und R.D. WYATT (1971):

Effects of increased vitamin D₃ on calcium retention
and egg shell calcification.
Poult.Sci.50, 950-956

HAENDLER, H. (1962):

Möglichkeiten und Grenzen der Eischalenverbesserung
über die Fütterung.
Dtsch. Geflügelwirtschaft 9-10

HARE, J.H. (1957):

Maryland Nutrition Conference

HARMS, R.H. (1961):

What can you do about egg shell quality?
Feedstuffs 43, 34

HARMS, R.H. und P.W. WALDROUP (1961):

The influence of dietary calcium level and supplementary
ascorbic acid and/or dienestrol diacetate upon perfor-
mance of egg production type hens.
Poult.Sci.40, 1345-1348

HERRICK, R.B. und C.F. NOCKELS (1969):

Effect of a high level of dietary ascorbic acid on
egg quality.
Poult.Sci.48, 1518-1519

HEUSER, G. und L.C. NORRIS (1946):

Oyster shells, calcite grit, ground limestone and
granite grit in rations for hens.
Poult.Sci.25, 173-179

HEYWANG, B.W., B.L. REID und A.R. KEMMERER (1964)

Effect of sodium ascorbate on egg shell thickness
during hot weather.
Poult.Sci.43, 625-629

HEYWANG, B.W. und A.R. KEMMERER (1955):

The effect of procaine penicillin and ascorbic acid on egg weight and shell thickness during hot weather. Poult.Sci.34, 1032-1036

HEYWANG, B.W. und M.G. VAVICH (1959):

The effect of high levels of an antibiotic on egg weight and shell quality during hot weather. Poult.Sci.38, 999-1003

HUNT, J.R. und H.W.R. CHANCEY (1970):

Influence of dietary phosphorus on shell quality. Brit. Poultry Sci.11, 259-267

HUSTON, T.M. und J.C. CARMON (1961):

The influence of high environmental temperature on specific gravity and albumen quality of hen eggs. Poult.Sci.40, 1060-1062

(GRIMES-) LYLE, G.R. und R.E. MORENG (1968):

Elevated environmental temperature and duration of post exposure ascorbic acid administration. Poult.Sci.47, 410-417

McKINNEY, C.W., J.T. GHOLSON und S.W. HINNERS (1972):

A study of calcium sources for laying hens. Poult.Sci.51, 1835

MEHNER, A., H.G. TORGES und H. VOGT (1965):

Der Einfluß erhöhter Vitamin A-Gaben auf die Eiequalität. Arch. Geflügelk. 29, 356-366

MEHRING, A.L. jr. (1964):

A comparison of three methods of supplying calcium in the diet of laying chickens. Poult.Sci.43, 976-981

MILLER, P.C. und M.L. SUNDE (1972):

Effects of various particle sizes of oyster shell on lay performance. Poult.Sci.51, 1838

MORAN, E.T. jr., A. EYAL und J.D. SUMMERS (1970):

Effectiveness of extra-dietary calcium supplements in improving egg shell quality and the influence of added phosphorus. Poult.Sci.49, 1011-1022

MUELLER, W.J. (1959):

The effect of environmental temperature and humidity on the calcium balance and serum calcium of laying pullets.

Poult.Sci.38, 1296-1301

PEPPER, W.F., J.D. SUMMERS und J.D. McCONACHIE (1968):

The effect of high levels of calcium, fish products and sodium bicarbonate on egg shell quality.

Poult.Sci.47, 224-229

PEPPER, W.P., C.M. WINGET und S.J. SLINGER (1960):

Influence of calcium and ascorbic acid on egg quality.

Poult.Sci.39, 1283

PETERSEN, C.F. (1961):

Calcium intake level, strain of bird and rate of egg production, all influence egg shell quality.

Feedstuffs 12, 18

PETERSEN, C.F., E.A. SAUTER, A.C. WIESE und D.J. LUMIJARVI (1959):

Influence of calcium and other nutrients upon shell quality of high producing white Leghorn hens.

Poult.Sci.38, 1236

PETERSEN, C.F., E.A. SAUTER, D.H. CONRAD und G.J. ANDERSON (1958):

The influence of penicillin in the diet of white Leghorn hens upon production and shell quality of eggs.

Poult.Sci.37, 796-801

QUERNER, H. und R. TÜLLER (1965):

Getreideersatz durch Fett und Kleie sowie erhöhter Calciumgehalt im Legehennenalleinfutter.

Arch. Geflügelk. 29, 451-466

QUISENBERRY, J.H., J.C. WALKER (1970):

Calcium sources for egg production and shell quality.

Poult.Sci.49, 1429

RAUCH, W. (1964):

Untersuchungen über den Einfluß des Futters auf die Schalenfestigkeit von Hühnereiern.

Arch. Geflügelk. 28, 437-451

RAUCH, W. (1960):

Über die Vererbung von Eequalitätsmerkmalen.

Arch. Geflügelk. 24, 389-397

ROLAND, D.A. sr., D.R. SIOAN und R.H. HARMS (1972):

Calcium metabolism in the laying hen.

1. Calcium retention in the digestive tract of the laying hen.

Poult.Sci.51, 598-601

SCHOLTYSSEK, S. (1963):

Der Ausgleich regelmäßiger Belastungen von Käfighennen durch Antibiotika-Anreicherung des Futters.

Arch. Geflügelk. 27, 197-204

SCHOLTYSSEK, S. und J. ZIMMERMANN (1970):

Zur Frage der Calciummenge im Legemehl.

Arch. Geflügelk. 34, 56-59

SCHULZE-MESSING, H. (1964):

Einfluß der Fütterung auf die Eiqualität unter besonderer Berücksichtigung der Schalenqualität.

Diss. Bonn, Univ. Landwirtschaftl. Fak.

SCOTT, M.L., S.J. HULL und P.A. MULLENHOFF (1971):

The calcium requirements of laying hens and effects of dietary oyster shell upon egg shell quality.

Poult.Sci.50, 1055-1063

STILES, P.G. und L.E. DAWSON (1961):

The effect of physical disturbance, sound and light on the incidence of blood spots and other egg quality factors.

Poult.Sci.40, 189-195

STUART, H.O. und C.P. Hart (1938):

The effect of different calcium intake levels on egg production, shell strength and hatchability.

Poult.Sci.17, 3-7

THORNTON, P.A. und R.E. MORENG (1958):

The effect of ascorbic acid on egg quality factors.

Poult.Sci.37, 691-698

THORNTON, P.A. und R.E. MORENG (1959):

Further evidence on the value of ascorbic acid for maintenance of shell quality in warm environmental temperature.

Poult.Sci.38, 594-599

THORNTON, P.A. (1960):

The effect of dietary calcium level on the efficiency of ascorbic acid in maintenance of egg shell thickness at increased environmental temperatures.
Poult.Sci.39, 1401-1406

THORNTON, P.A. (1960):

The influence of dietary protein level on the response of S.C. white Leghorns to supplementary ascorbic acid.
Poult.Sci.39, 1072-1076

TREMERÉ, A.W., J.F. STANDISH und W.D. MORRISON (1972):

Effect of levels and sources of dietary calcium on the performance of laying hens.
Poult.Sci.51, 1880-1881

WEGNER, Rose-Marie (1970):

Zur Verabreichung von Antibiotika an Legehennen.
Arch. Geflügelk. 34, 161-166

Für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Planung der Versuche und der Durchsicht der Arbeit möchte ich Herrn Professor Dr. Konrad Lörcher meinen besonderen Dank aussprechen.

Ferner bedanke ich mich bei Herrn Professor Dr. Kurt Bronsch, der mir ebenfalls bei der Versuchsplanung behilflich war.

Auch Herrn Dr. Ing. W. Friedrich aus dem Forschungsinstitut für Futtermitteltechnik in Braunschweig bin ich für die Vermischung und technische Behandlung der Versuchsrationen zu Dank verpflichtet.

Des weiteren danke ich allen Mitarbeitern des Instituts für Tierzucht und Tierernährung, im besonderen Frau Marianne Becker, für die stets gern gewährte Mithilfe bei der Durchführung der Versuche.

Für die Beratung in statistischen Fragen und die Erlaubnis zur Mitbenutzung ihres Kleinrechners spreche ich den Mitarbeitern des Institutes für Biometrie ebenfalls meinen Dank aus.

Lebenslauf

Ich wurde am 11. Dezember 1942 als Sohn des kaufmännischen Angestellten Willi Saro und seiner Ehefrau Charlotte, geb. Wirth, in Berlin geboren.

Nach dem Besuch der 1. Grundschule im Bezirk Wedding wechselte ich im Jahre 1954 auf die 1. Oberschule Wissenschaftlichen Zweiges des gleichen Bezirkes über, die ich am 1. März 1961 nach 13 Schuljahren mit dem Zeugnis der Reife verließ.

Vom Jahre 1965 an studierte ich an der Freien Universität Berlin Veterinärmedizin, bestand am 11. Dezember 1970 den dritten und letzten Teil des Staatsexamens und erhielt im Januar 1971 die Approbation als Tierarzt.

Seit dem 1. Januar 1971 bin ich als wissenschaftlicher Assistent am Institut für Tierzucht und Tierernährung tätig.

